



Universidad
Zaragoza

Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

Trabajo Fin de Grado

Efectos de una intervención de ejercicio físico con
videojuegos activos en la composición corporal de
niños con sobrepeso y obesidad

Effects of a physical exercise intervention with active
videogames, on the body composition of overweight
and obese children

Autor

Daniel Domingo del Val

Director

Dr. Ángel Matute Llorente

Departamento de Fisiología y Enfermería

3/12/2019

AGRADECIMIENTOS

Quisiera mostrar mi agradecimiento a todas las personas que han formado parte de este trabajo, y que lo han hecho posible. Especialmente me gustaría agradecer al Dr. Ángel Matute Llorente por ayudarme en todo momento y a Cristina Comeras Chueca por haber estado conmigo durante la intervención del trabajo. Finalmente, al grupo GENUD y a todos sus integrantes por prestarme su ayuda cuando la he necesitado, y hacerme sentir partícipe de la gran labor que realizan.

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
1. INTRODUCCIÓN	4
2. MÉTODOS	6
Participantes	6
Procedimientos	7
Mediciones	8
Análisis Estadístico	9
3. RESULTADOS	10
Variables Descriptivas.....	10
Composición Corporal	10
4. DISCUSIÓN	14
Limitaciones y Fortalezas.....	18
5. CONCLUSIONES	19
6. BIBLIOGRAFÍA.....	20
7. ANEXOS.....	23

RESUMEN

Introducción: La obesidad se ha convertido en una grave pandemia en la población infantil, en parte causada por un estilo de vida cada vez más sedentario. Un problema creciente, que obliga a idear estrategias para que los niños incrementen sus niveles de actividad física. Una de ellas son los videojuegos activos que podrían ayudar en la lucha contra la obesidad infantil. El propósito de este trabajo, es evaluar la efectividad de una intervención con Exergames (videojuegos activos y ejercicio físico), en la composición corporal de niños con sobrepeso y obesidad.

Métodos: Inicialmente, se asignaron de forma aleatoria 31 niños/as con sobrepeso/obesidad en un grupo intervención con videojuegos activos (Exergames) y un grupo control. El grupo intervención realizó un programa de 3 sesiones semanales de 1 hora de Exergames (Bkool®, Alfombrilla de Baile Richer-R®, Xbox360®Kinect® y NintendoWii®), durante 24 semanas. A los sujetos del grupo control se les animó a mantener los niveles de actividad física habituales. Las variables principales de interés fueron obtenidas mediante absorciometría dual de rayos X.

Resultados: No existieron diferencias significativas entre grupos para las variables descriptivas (edad, peso, altura, Z-Score de altura, estadio de Tanner y percentil Índice de Masa Corporal) ni al principio ni al final de la intervención. El grupo intervención redujo significativamente su porcentaje de grasa corporal (%GC) (-3,88%, $p=0.001$), Índice de Masa Grasa (IMG) (-4,04%, $p=0.016$) e IMG Z-Score (-12,13%, $p=0.001$). Tanto el grupo control como el grupo intervención aumentaron significativamente su contenido mineral óseo, densidad mineral ósea y masa libre de grasa con porcentajes de cambio similares entre grupos ($p<0.005$). El índice de masa libre de grasa aumentó significativamente en el grupo intervención (2,25%, $p=0.025$).

Conclusiones: La intervención con Exergames produjo una reducción de las variables relacionadas con la masa grasa. Los cambios observados en la masa ósea y la masa libre de grasa en ambos grupos fueron probablemente debidos al propio crecimiento. Los Exergames parecen ser una posible herramienta para combatir la obesidad infantil pero todavía se requiere más investigación.

Palabras clave: sobrepeso, obesidad, videojuegos activos, composición corporal, masa grasa, masa ósea, masa libre de grasa.

Abreviaturas:

IMC, índice de Masa Grasa

CMO, contenido mineral óseo

DMO, densidad mineral ósea

MG, masa grasa

%GC, porcentaje de grasa corporal

IMG, índice de masa grasa

MLG, masa libre de grasa

IMLG índice de masa libre de grasa.

ABSTRACT

Introduction: Obesity has become a serious pandemic in children, partly caused by an increasingly sedentary lifestyle. This is a growing problem, which forces us to devise strategies to increase physical activity levels in children. One of them is active video games that have become a tool that could be helpful for fighting against childhood obesity. The purpose of this study is to evaluate the effectiveness of an Exergames intervention (active video games and physical exercise) in the body composition of overweight and obese children.

Methods: Initially, 31 overweight/obesity children were randomly assigned to an intervention group with Exergames and in a control group. The intervention group performed a program of 3 sessions/week of 1 hour of Exergames (Bkool®, Dance Pad Richer-R®, Xbox 360® Kinect® y NintendoWii®), for 24 weeks. The participants in the control group were encouraged to maintain their physical activity levels. Primary variables of interest were obtained by dual energy X-ray absorptiometry (DXA) scanner.

Results: There were no significant differences between groups for the descriptive variables (age, weight, height, Z-Score height, Tanner stage and body mass index percentile) at the beginning or the end of the intervention. The intervention group

significantly reduced its percentage of body fat (%BF) (-3.88%, $p=0.001$), fat mass index (FMI) (-4.04%, $p=0.016$) and Z-Score FMI (-12.13%, $p=0.001$). Control group and intervention significantly increased ($p<0.005$) their bone mineral content, bone mineral density and lean body mass with similar percentages of change between groups. Lean body mass index increased significantly in the intervention group (2.25%, $p=0.025$).

Conclusions: A 24-week intervention with Exergames produced a reduction of the variables related to the fat mass. The changes in bone and lean body mass in both groups were probably due to the growth. Exergames appear to be a possible tool to combat childhood obesity but more research is still needed.

Keywords: overweight, obesity, active video games, body composition, fat mass, bone mass, lean mass.

Abbreviations:

BMI, body mass index

CMO, bone mineral content

BMD, bone mineral density

FM, fat mass

%BF, body fat percentage

FMI, fat mass index

LBM, lean body mass

LBMI, lean body mass index.

1. INTRODUCCIÓN

“La obesidad en niños, adolescentes y adultos se ha convertido en uno de los problemas de salud pública más graves en el siglo XXI” (Güngör, 2014). Autores como Kumar y Kelly (2016), afirman que en Estados Unidos 1 de cada 3 niños padece sobrepeso u obesidad. En el caso de España, Gil y Takourabt (2016), hablan de una prevalencia de obesidad en los niños del 9% y de un 26% para el sobrepeso, en el año 2012. Además según Güngör (2014), la obesidad infantil se asocia con diversas comorbilidades; patologías que antes se asociaban a personas adultas de unos 50-60 años, como la hipertensión, ahora se diagnostican cada vez de forma más precoz en estos niños. De hecho Aguilar-Cordero et al. (2019), establecen que la obesidad es factor de riesgo en el caso de la hipertensión. Ahmad, Shanmugasagaram, Walker, y Prince (2017), encontraron una asociación con un mayor riesgo de padecer diabetes e hipertensión, tercer y primer factor de riesgo de muerte en el mundo según la Organización Mundial de la Salud (2009). Además la tendencia sigue aumentando y cada vez hay un mayor número de casos de obesidad infantil. Skinner, Ravanbakht, Skelton, Perrin y Armstrong (2018), encontraron un aumento significativo en la prevalencia de obesidad severa en niños de entre 2 y 5 años, desde el año 2013-2014, siendo una tendencia que en años posteriores continuó aumentando. También Güngör (2014) afirma que la prevalencia mundial de obesidad infantil ha aumentado en los últimos 30 años. Todos estos datos, ayudan a comprender la gravedad de esta pandemia en la población infantil.

El estilo de vida sedentario de la sociedad actual, combinado con una mala alimentación, son probablemente los factores originarios de la obesidad infantil. Autores como Hruby y Hu (2014), hablan precisamente de cómo un estilo de vida cada vez más sedentario y una transición nutricional hacia alimentos más procesados y calóricos han favorecido un aumento en la prevalencia de obesidad. Es más, la inactividad física es el cuarto factor de riesgo de muerte en el mundo, repercutiendo negativamente en todo nuestro organismo, seguido precisamente de la obesidad y el sobrepeso (Organización Mundial de la Salud, 2009). En cuanto al efecto que tiene sobre la composición corporal, se puede observar cómo afecta de manera perjudicial en la mayoría de los tejidos que componen el organismo.

Se ha descrito cómo las conductas sedentarias influyen de forma negativa tanto en la masa muscular (Gianoudis, Bailey, y Daly, 2014) como en la masa ósea (Gabel, Macdonald, Nettlefold, y McKay, 2017). En cuanto a la grasa corporal, Campbell et al. (2018), en su meta-análisis, encontraron asociaciones significativas entre el comportamiento sedentario y el perímetro de la cintura. Además según Ahmad, Shanmugasagaram, Walker, y Prince (2017) también se asocia con un mayor índice de masa corporal (IMC). Teniendo en cuenta que el sobrepeso y la obesidad se diagnostican mediante el IMC, se puede afirmar que el sedentarismo aumenta las probabilidades de padecer ambas.

El creciente problema de la obesidad infantil, en parte causado por el sedentarismo, obliga a pensar en estrategias para conseguir que los más jóvenes realicen actividad física, y puedan obtener sus beneficios, así como evitar las afecciones mencionadas anteriormente. Hoy en día, la industria de los videojuegos acapara gran parte del mercado del ocio en los jóvenes. El uso de los videojuegos va asociado a un gran número de horas de sedentarismo que ya se ha visto que es perjudicial. Sin embargo, hace algunos años la industria de los videojuegos lanzó al mercado lo que hoy se conoce como “videojuegos activos”. Lo que podría entenderse como un enemigo, el uso de los videojuegos, se puede convertir en un aliado, gracias a los videojuegos activos. No cabe duda de que fomentan una gran adherencia en los niños, algo que se está aprovechando para realizar programas que combinen este tiempo de pantalla con tiempo de ejercicio físico. Una estrategia que recibe el nombre de “Exergames” y que según Costa et al. (2019), no solo son una herramienta potencial para reducir el sedentarismo, sino también un buen método para la mejora de la salud y la rehabilitación en diferentes poblaciones. Por su parte, Polechonski, Debska y Debski (2019), afirman que los videojuegos activos, pueden ser usados para incrementar la dosis semanal de actividad física y obtener beneficios para la salud de estos jóvenes. Esta estrategia se presenta por tanto, como una alternativa para aquellos niños que no encuentran el gusto por la actividad física, incluso podría funcionar como un reclamo para ellos.

El objetivo final de este trabajo es probar la efectividad de una intervención de combina videojuegos activos y ejercicio físico, tres días a la semana en sesiones de una hora, durante 24 semanas, para la mejora de la composición corporal, en términos de masa ósea, grasa y libre de grasa en una muestra de niños con sobrepeso y obesidad.

2. MÉTODOS

Participantes

Los participantes fueron reclutados por el grupo de investigación GENUD (Growth, Exercise, NUtrition and Development) de la Universidad de Zaragoza, a través de los distintos centros médicos de la ciudad de Zaragoza: Centro de Salud Picarral, Centro de Salud Arrabal, Centro de Salud Sagasta, Centro de Salud Delicias Sur y Centro de Salud Fernando el Católico. Se contactó con diferentes pediatras con el fin de darles información sobre el proyecto. Los pediatras, trasladaban esta información a los padres de distintos niños que pudiesen cumplir los requisitos y se les ofrecía la posibilidad de preinscribir a los niños en el proyecto. La muestra del proyecto eran inicialmente 31 niños, de los que 21 pasaron a formar parte del grupo de intervención y 10 del grupo control. Sin embargo, dos sujetos del grupo control no cumplieron la segunda medición del estudio y en consecuencia no se han tenido en cuenta para el análisis estadístico. Por tanto, la muestra final fue de 29 niños, de los que 21 formaron parte del grupo intervención y 8 del grupo control. Los criterios de inclusión para formar parte del estudio eran: tener entre 9 y 11 años con un estadio Tanner I o II. Además de estar en un percentil 85 o superior para su Índice de Masa Corporal (IMC) categorizado como sobrepeso (85° - 95°) u obesidad ($\geq 95^\circ$), establecido por Barlow y el Comité de Expertos (2007).

Tabla 1 Percentiles del IMC y su correspondiente terminología.

Percentiles IMC	Terminología
< 5° percentil	Infrapeso
5° - 85° percentil	Peso saludable
85° - 95° percentil	Sobrepeso
$\geq 95^\circ$ percentil	Obesidad
IMC, índice de masa corporal. Adaptado de Barlow y el Comité de Expertos (2007)	

Por otro lado los criterios de exclusión fueron: haber tenido la primera menstruación, tener contraindicaciones para la práctica de ejercicio físico o patologías que puedan empeorar con éste, seguir un régimen de alimentación especial o tomar medicación que pueda interferir en las mediciones.

Procedimientos

Todo el proyecto fue realizado siguiendo los principios éticos de la Declaración de Helsinki de 1961 (revisada en Fortaleza en 2013), y obtuvo la evaluación y su posterior aprobación del Comité Ético de Investigación Clínica de Aragón (CEICA) previo al comienzo del mismo. Inicialmente se realizó una reunión con todos los padres, madres y tutores para explicar los posibles riesgos y beneficios de la participación en el proyecto. Los padres de los niños seleccionados completaron y firmaron un consentimiento informado (Adjunto en Anexos) antes de comenzar su participación en el proyecto. Posteriormente, los participantes fueron divididos en un grupo de intervención y en un grupo control de forma aleatoria aunque priorizando algunos casos puntuales por su grado de maduración (Estadío Tanner).

En cuanto a la intervención, se realizó en las instalaciones del Servicio de Actividades Deportivas de la Universidad de Zaragoza en el Campus de Plaza San Francisco y el Colegio Público de Educación Primaria “San Braulio”. Tuvo una duración de 24 semanas y se instó a que cada niño cumpliera con 3 sesiones semanales de 1 hora. La estructura de las sesiones se correspondía con un circuito de 4 estaciones, cada estación correspondía con un videojuego activo diferente, en las que los niños se repartían por parejas. Se intercalaban periodos de 5-6 minutos de trabajo en el videojuego activo y 5-6 minutos de ejercicio físico a través de juegos de fuerza, velocidad, resistencia o multisaltos.



Ilustración 1 Rodillo inteligente Bkool®



Ilustración 2 Alfombra de Baile Richer-R®

Las 4 estaciones con las que se contó durante las sesiones de la intervención fueron: rodillo inteligente Bkool® (Ilustración 1), Alfombra de Baile Richer-R® (Ilustración 2), Xbox 360® Kinect® (Ilustración 3) y Nintendo Wii® (Ilustración 4). En todas ellas se tuvo en cuenta siempre el principio de progresión del entrenamiento, mientras duró la intervención, teniendo en cuenta las características y posibilidades de cada una de ellas. Este principio también se tuvo en cuenta para los juegos fuerza, velocidad, resistencia o multisaltos, en los que

hubo una progresión en intensidad. Tras completar una vuelta a todo el circuito, cada pareja rotaba a la siguiente estación. Al término de la sesión todos los niños pasaban por las 4 estaciones (Ejemplos de sesión de Exergames en Anexos).

Estas sesiones fueron diseñadas y supervisadas en todo momento por al menos un profesional graduado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Además fueron implementadas con la ayuda del alumno que redacta este trabajo como parte de



Ilustración 4 Nintendo Wii®

sus prácticas externas con el grupo de investigación GENUD, participando tanto en la intervención como en las mediciones del trabajo de forma activa. Con el fin de monitorizar tanto la intensidad como el total de actividad física que estaban realizando, cada niño portaba un acelerómetro y un pulsómetro durante la sesión.

Ilustración 3 Xbox 360® Kinect®

Mediciones

Las mediciones se realizaron en el laboratorio de valoración funcional y composición corporal GenudLAB, en el Campus Plaza San Francisco de la Universidad de Zaragoza. La recopilación de los datos se realizó durante los meses de Noviembre y Diciembre de 2018 para la primera medición y durante el mes de Junio de 2019 para el grupo Intervención y Septiembre de 2019 para el grupo control.

En primer lugar, se obtuvieron los datos de altura y peso, sin calzado y con la mínima ropa. La altura se midió con un estadiómetro con una precisión de 0,1 cm (SECA 225, SECA, Hamburgo, Alemania) y el peso con una báscula electrónica con una precisión de 0,1 kg (SECA 861, SECA, Hamburgo, Alemania). Con estos datos se obtuvo el Índice de Masa Corporal (IMC), y posteriormente se calculó el Z-Score y el percentil de cada niño respecto a esta variable, con la Calculadora Pediátrica del Z-Score online (<https://zscore.research.chop.edu/>), desarrollada por el “Children’s Hospital of

Philadelphia – Research Institute”. El estadio de Tanner fue determinado mediante observación directa por el médico del grupo, el Dr. José Antonio Casajús. A continuación, se realizó un escáner de absorciometría dual de rayos X (DXA) de cuerpo entero, con un modelo de aparato “Hologic QDR-4500”. Con ello se obtuvieron las variables de Contenido Mineral Óseo (CMO), Densidad Mineral Ósea (DMO), masa grasa (MG), porcentaje de grasa corporal (%GC) y masa libre de grasa (MLG). De nuevo, con la herramienta online del “Children’s Hospital of Philadelphia – Research Institute” se calcularon las variables de DMO Z-Score, DMO Z-Score ajustado por la altura, el Índice de Masa Grasa (IMG) y su Z-Score, así como el Índice de Masa Libre de Grasa (IMLG) y su Z-Score. En todas las variables obtenidas mediante DXA se tomó como referencia el subtotal en lugar del cuerpo entero, siguiendo las recomendaciones de Crabtree et al. (2014) y los Posicionamientos Oficiales Revisados de la Sociedad Internacional de Densitometría Clínica (ISCD).

Análisis Estadístico

Para la elaboración de la información estadística, la recogida de datos se llevó a cabo en el programa informático Microsoft Office Excel 2013 mediante una planilla elaborada en una hoja de cálculo de dicho programa.

Para el análisis estadístico se utilizó el paquete estadístico de referencia “Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)” versión 24.0. Para el análisis descriptivo de la muestra, los datos se presentan en resultados de media, como medida de tendencia central y desviación típica (DT), como media de dispersión.

Previo al análisis inferencial se determinó la distribución normal de las variables, para ello se empleó la prueba de Shapiro-Wilk. Esta prueba se realizó debido a que la muestra era inferior a 30 unidades. Se realizó prueba de chi-cuadrado para evaluar las diferencias en el estadio de Tanner y los percentiles del IMC, entre ambos grupos antes y después de la intervención. Se utilizó la prueba de U de Mann-Whitney para establecer si había diferencias pre-post entrenamiento entre ambos grupos. Se utilizó la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon para establecer si había diferencias pre-post entrenamiento en cada una de las variables dentro de cada grupo. Se estableció una significación estadística para una $p < 0.05$.

3. RESULTADOS

Variables Descriptivas

En su conjunto, los participantes de ambos grupos tuvieron una edad media de 10,07 años (0,82), un peso de 53,35 kg (8,71) y una altura de 144,66 cm (7,38) con un Z-Score de la altura de 0,87 (0,87), en la primera medición. En la segunda, el conjunto de sujetos tuvo una media de edad de 10,70 años (0,80), un peso de 56,29 kg (9,66), una altura de 148,88 cm (7,26) y un Z-Score de la altura de 0,95 (0,91). Todos los niños, tuvieron un Estadío Tanner \leq II y se encontraban por encima del percentil 85 de IMC (sobrepeso u obesidad) al comienzo de la intervención. Después de la intervención ningún sujeto superó el Estadío Tanner II y solo un caso bajó del percentil 85 de IMC. No se encontraron diferencias significativas en ninguna de las variables descriptivas entre grupos ni antes, ni después de la intervención, $p > 0.05$ (Tabla 2).

Composición Corporal

El IMC se redujo ligeramente en ambos grupos, pero en ninguno el cambio fue significativo ($p = 0.498$ y $p = 1.000$). En cuanto a variables óseas, el CMO aumentó significativamente ($p < 0.001$ y $p = 0.012$) en ambos grupos de forma similar (10,55% y 12,23%, para el grupo intervención y control respectivamente). Lo mismo ocurrió con la DMO, en la que también se encontraron mejoras significativas ($p < 0.001$ y $p = 0.012$) y además parecidas (3,84% y 3,75%, respectivamente). Tanto el Z-Score de la DMO sin ajustar y ajustado por la altura, no mostraron diferencias significativas (Tabla 3).

En el apartado de variables relacionadas con la grasa corporal, la MG total tuvo un incremento de tan solo el 0,84% para el grupo intervención y del 9,21% para el grupo control. En ninguno de los dos se encontró significación estadística en el cambio de esta variable, aunque el grupo control muestra una tendencia próxima a la significación fijada ($p = 0.069$). Por otro lado, solo el grupo intervención tuvo reducciones significativas en el %GC (-3,88%, $p = 0.001$) y en el IMG (-4,04%, $p =$

0.016) y su respectivo Z-Score (-12,13%, $p = 0.001$). En el grupo control se produjeron cambios más leves en estas tres variables pero ninguno fue significativo (Tabla 3).

En cuanto a las variables correspondientes al último compartimento de este modelo tricompartmental, la MLG tuvo un aumento significativo en ambos grupos (7,65%, $p < 0.001$ en el grupo intervención, y 8,51%, $p = 0.017$ en el grupo control). Sin embargo, el IMLG tan solo mostró un aumento significativo en el grupo intervención (2,25%, $p = 0.025$), mientras que en el grupo control mostró un ligero aumento y no significativo. En ninguno de los dos grupos el valor del IMLG Z-Score tuvo cambios significativos, pero en el caso del grupo control se registró una caída muy importante, que estuvo cerca de la significación estadística ($p = 0.068$) (Tabla 3).

Tabla 2 Variables descriptivas y diferencias entre grupos

	PRE					POST				
	Intervención (n=21)		Control (n=8)		<i>p</i>	Intervención (n=21)		Control (n=8)		<i>p</i>
	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar		Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	
Edad (años)	10,22	0,83	9,69	0,77	0.188	10,76	0,83	10,54	0,79	0.435
Peso (kg)	55,33	8,77	48,15	7,20	0.071	57,74	9,51	52,50	10,27	0.223
Altura (cm)	146,02	6,72	141,10	8,76	0.157	149,57	7,09	147,08	8,35	0.494
Z-Score de la Altura	0,95	0,91	0,64	0,84	0.558	1,00	0,96	0,82	0,87	0.903
Estadío Tanner (I/II/III/IV/V)	20/1/0/0/0		6/2/0/0/0		0.11	15/6/0/0/0		5/3/0/0/0		0.642
Percentil IMC (≤ 84 ; 85-95; ≥ 95)	0; 3; 18		0; 0; 8		0.148	1; 4; 16		0; 4; 4		0.107

Valores de *p* calculados con el Test "U de Mann-Whitney" para las variables: Edad, Peso (kg), Altura (cm) y Z-score de la Altura. Valor de *p* calculado con el Test "Chi-Cuadrado de Pearson" para las variables: Estadío Tanner y Percentil IMC. No hay diferencias significativas ($p < 0,05$) entre grupos en ninguna de las variables

Tabla 3 Cambios en la composición corporal tras una intervención de 24 semanas de Exergames

	Intervención (n=21)						Control (n=8)					
	PRE		POST		Porcentaje de Cambio	<i>p</i>	PRE		POST		Porcentaje de Cambio	<i>p</i>
	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar			Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar		
IMC (kg/m ²)	25,85	2,90	25,70	2,99	-0,57%	0.498	24,07	1,74	24,07	2,75	-0,01%	1.00
Hueso												
CMO (g)	913,81	157,77	1010,25	191,71	10,55%	<0.001	842,93	236,47	960,41	315,47	12,23%	0.012
DMO (g/cm ²)	0,72	0,05	0,75	0,06	3,84%	<0.001	0,71	0,70	0,74	0,09	3,75%	0.012
DMO Z-Score	0,11	0,79	0,19	0,83	80,70%	0.531	0,34	0,44	0,17	0,62	-102,19%	0.079
DMO Z-Score ajustado por la altura	-0,50	0,99	-0,47	1,00	5,48%	0.835	-0,10	0,45	-0,36	0,66	-71,69%	0.063
Grasa												
MG (g)	21820,48	4757,60	22003,00	5163,15	0,84%	0.375	17966,19	3238,92	19788,45	4702,57	9,21%	0.069
%GC	43,17	3,98	41,49	4,44	-3,88%	0.001	41,56	5,11	41,65	4,73	0,21%	1.00
IMG	10,26	1,94	9,85	1,99	-4,04%	0.016	9,20	1,61	9,15	1,79	-0,48%	0.889
IMG Z-Score	1,31	0,35	1,15	0,47	-12,13%	0.001	1,13	0,32	1,05	0,34	-7,52%	0.484
Libre de Grasa												
MLG (g)	28461,55	4531,06	30638,22	4865,19	7,65%	<0.001	25396,53	5008,14	27758,52	6460,99	8,51%	0.017
IMLG	13,36	1,38	13,66	1,40	2,25%	0.025	12,69	1,12	12,76	1,70	0,53%	0.779
IMLG Z-Score	0,42	0,77	0,44	0,76	4,55%	0.955	0,24	0,46	-0,06	0,80	-474,29%	0.068

Valores de *p* calculados con Test "W de Wilcoxon", **diferencias significativas** ($p < 0,05$). IMC, índice de Masa Grasa; CMO, contenido mineral óseo; DMO, densidad mineral ósea; MG, masa grasa; %GC, porcentaje de grasa corporal; IMG, Índice de Masa Grasa; MLG, Masa Libre de Grasa; IMLG índice de masa libre de grasa.

4. DISCUSIÓN

El propósito de este trabajo fue evaluar la efectividad de una intervención de Exergames, 3 días a la semana en sesiones de una hora, durante 24 semanas, para la mejora de la composición corporal en niños con sobrepeso y obesidad. Los resultados, de este trabajo apuntan a reducciones significativas del grupo intervención en variables relacionadas con la masa grasa. Especialmente las variables que mostraron reducciones estadísticamente significativas fueron: el %GC, el IMG y el Z-Score del IMG (Figura 1, 2 y 3 en Anexos). Sin embargo, no hubo cambios significativos en el IMC en ninguno de los dos grupos, pero se debe tener en cuenta que esta variable tiene en cuenta el peso corporal total y no la composición del mismo. Los resultados observados en este trabajo concuerdan con los de otros estudios que realizaron una intervención de ejercicio físico basado en el uso de videojuegos activos. Wagener, Fedele, Mignogna, Hester, y Gillaspay (2012), no detectaron diferencias significativas en el IMC en el pre y post, en ninguno de los grupos de su estudio, tras una intervención con plataformas de baile en sesiones de 40-75 minutos 3 veces a la semana. En cuanto al %GC, del estudio de Goran y Reynolds (2005) se obtuvo un porcentaje de cambio de -2,87% y de Adamo, Rutherford, y Goldfield (2010) un -3,91%, ambos estadísticamente significativos y muy similares al obtenido en este trabajo para esta variable (-3,88%, $p = 0.001$). Además, Adamo et al. (2010), emplearon GameBike®, una tecnología de simulación de rutas ciclistas parecida al rodillo inteligente Bkool®, empleado en la intervención de este trabajo. Por su parte, Calcaterra et al. (2013) encontraron reducciones significativas tanto en el IMC como en el %GC (porcentaje de cambio de -9,17%, $p = 0.001$) aunque sin la inclusión de un grupo control. El modelo de sesión que utilizaron estos autores, fue una combinación de videojuegos activos y ejercicios aeróbicos o de fuerza, una estructura muy similar a la utilizada en este trabajo.

Sin embargo, también hay otros estudios cuyos resultados no concuerdan con los obtenidos en este trabajo. Owens, Garner, Loftin, Van Blerk, y Ermin (2011) no encontraron cambios significativos en el IMC y el %GC, aunque este estudio posee serias limitaciones, al disponer de tan solo una muestra de 12 niños, no contar con un grupo control y tener una duración de solo 12 semanas. Además, los investigadores se limitaron a proporcionar un pack WiiFit® a las familias, sin establecer recomendaciones

de tiempo diario o semanal. En otro estudio con una muestra considerable (182 sujetos) y una larga duración (9 meses) tampoco vieron mejoras significativas en el %GC (Gao y Xiang, 2014). En este estudio se emplearon plataformas de baile Dance Dance Revolution®, en una estructura combinada con Aerobic, saltos y juegos, parecida a la empleada por Calcaterra et al. (2013) y a la intervención de este trabajo, en sesiones de 30 minutos 3 veces a la semana. En contraposición a ese estudio, con una muestra aún mayor (322 sujetos), Maddison et al. (2011), encontraron reducciones significativas comparando entre grupos en el IMC, la MG y el %GC. Ésta última con un porcentaje de cambio de -7,72%, superior al obtenido en este trabajo, teniendo las dos intervenciones una duración de 24 semanas. Estos autores, dotaron a sus participantes de alfombrillas de baile con PlayStation® EyeToy® e instaron a cumplir 60 minutos de actividad física moderada-vigorosa al día. Analizando estos dos últimos estudios, ambos tienen una gran muestra, y utilizan alfombrillas o plataformas de baile, tecnología que por otra parte, también se utiliza en este trabajo. Sin embargo, en el estudio de Maddison et al. (2011) el volumen semanal de minutos de actividad física acumulado por la intervención es considerablemente mayor que en el de Gao y Xiang (2014), siendo esta una posible explicación a por qué uno obtuvo resultados significativos para el %GC y otro no. Los minutos acumulados por la intervención de este trabajo son inferiores a los de Maddison et al. (2011), así como también lo es el porcentaje de cambio para la variable %GC (-3,88 vs. -7,22). Parece posible que el volumen semanal de minutos puede ser determinante en este tipo de intervenciones.

El conjunto de estudios mencionados parece indicar que existe cierta controversia, acerca de la efectividad de las intervenciones con Exergames para la mejora de la composición corporal y la pérdida de grasa. Sin embargo, la investigación de los Exergames se encuentra en una etapa temprana y casi todos los estudios mencionados tienen diversas e importantes limitaciones: muestras muy reducidas, falta de grupo control, corta duración de las intervenciones, volúmenes insuficientes... Además, todos los ensayos mencionados comparten una limitación en el método elegido para medir la composición corporal, ya que todos ellos utilizan la bioimpedancia eléctrica o la antropometría para determinar sus resultados. Ambos métodos tienen una alta variabilidad y tienen varios factores que pueden alterar sus mediciones. En este trabajo el método para la medición de la composición corporal, es el DXA, uno de los más fiables que existen. Además esta tecnología no solo permite evaluar la grasa corporal

sino también otras variables que han sido medidas en este trabajo, referentes a masa ósea y masa libre de grasa. Por tanto sería interesante comparar los resultados de este trabajo con los obtenidos en otros estudios que hayan empleado la misma técnica de medición. Sin embargo, ya se ha dicho que la investigación con intervenciones basadas en los Exergames es reciente, y tan sólo se han encontrado dos estudios que hayan utilizado la tecnología DXA para evaluar la composición corporal en este tipo de intervenciones.

En el primero Staiano et al. (2017), realizaron una intervención con Xbox® Kinect® en sesiones de 60 minutos, 3 veces a la semana, y durante 12 semanas con un grupo intervención (n=22) y control (n=17). Encontraron un aumento significativo en la DMO del tronco ($p=0,03$) y en el tejido adiposo subcutáneo medido con resonancia magnética, ambas en comparación con el grupo control. Llama la atención, que en tan solo 12 semanas se hayan visto cambios notables en el tejido óseo entre grupos. Crabtree et al. (2014), en los posicionamientos oficiales revisados de la Sociedad Internacional de la Densitometría Clínica (ISCD), afirman que intervalos entre mediciones inferiores a 6 meses, pueden revelar tendencias en las pérdidas o ganancias óseas, aunque no clínicamente significativas. Establecen que sería apropiado evaluar cada 6 meses en investigación, lo que podría requerir estudios con duraciones de incluso un año o más. En el caso de la intervención de este trabajo tuvo una duración de 24 semanas, y aunque es cierto que el grupo intervención mostró un aumento significativo tanto en la densidad, como en el contenido mineral óseo, el grupo control también lo hizo, e incluso mayor que el grupo intervención (Figura 4 en Anexos). Por tanto, no se puede concluir que la intervención con Exergames haya tenido un efecto positivo sobre la masa ósea, y probablemente los cambios significativos en ambos grupos sean simplemente debidos al proceso de crecimiento de los niños. En el segundo estudio que empleó la tecnología DXA, Staiano et al. (2018), con un grupo intervención parecido al de este trabajo (n=23), y una duración muy similar de 24 semanas, no encontraron efectos significativos para la Grasa Corporal total, el porcentaje de Grasa Corporal y la Densidad Mineral Ósea. Al contrario que en este estudio, en este trabajo sí se encontraron reducciones significativas para el porcentaje de grasa corporal. Estos autores dotaron a sus participantes de Xbox360® Kinect®, pero no supervisaron las sesiones, sino que animaron a los sujetos a cumplir 3 sesiones semanales de 60 minutos en sus hogares. Por el contrario en este trabajo, todas las sesiones fueron supervisadas y

dinamizadas por al menos un graduado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Es posible, que la supervisión y animación de las sesiones pueda influir en la obtención de resultados significativos. En cuanto a la grasa corporal total, Staiano et al. (2018) también afirman que aunque no fue estadísticamente significativo el grupo intervención ganó la mitad de grasa corporal. Algo que recuerda a los datos obtenidos en este trabajo para esa variable, que aún sin ser significativos, mientras que el grupo intervención ganó solo un 0,84% el grupo control ganó un 9,21% de grasa corporal total. En cuanto a la masa ósea, aunque parece que los Exergames no son efectivos para su mejora y solo tienen cierto efecto sobre la masa grasa, Katzmarzyk et al. (2012) observaron que la densidad mineral ósea estaba inversamente relacionada con el tejido adiposo visceral y subcutáneo abdominal, después de ajustar por la masa magra corporal. Aunque en este estudio no se realizó ninguna intervención con Exergames, es un dato que se debería tener en cuenta en la lucha contra la obesidad infantil. Además los Exergames han probado no tener efectos osteogénicos solo en intervenciones de corta duración, pero hay que tener en cuenta que la evidencia establece un mínimo de 6 meses de intervención de cualquier tipo para apreciar cambios en la masa ósea. Sería interesante realizar este mismo trabajo con una duración que supere este mínimo y ver qué resultados se obtienen para el tejido óseo.

En cuanto a los resultados obtenidos para la masa libre de grasa, al igual que en la masa ósea, ambos grupos tuvieron mejoras significativas pero muy similares, llegando incluso el grupo control a superar al de intervención. Por tanto, tampoco se puede concluir que la intervención con Exergames haya tenido un efecto positivo sobre la masa libre de grasa, y los cambios estadísticamente significativos de los dos grupos se deban al proceso de crecimiento. Sin embargo, sí se han encontrado aumentos significativos en el índice de masa libre de grasa para el grupo intervención, que no se han visto en el grupo control (Figura 5 en Anexos). Por lo tanto, es posible que los Exergames tengan cierta influencia sobre el tejido magro. Los estudios mencionados anteriormente que utilizaban la técnica DXA, que permitiría evaluar la masa libre de grasa, no han recogido estas variables en sus resultados. Por tanto, no es posible poder comparar los resultados de este trabajo en cuanto a la masa libre de grasa.

Las revisiones que han incluido varios de estos estudios que realizan intervenciones de Exergames para la mejora de la composición corporal, así como otros estudios para la mejora de otros parámetros, llegan a conclusiones similares entre ellas. Lamboglia et al.

(2013), concluyen que parece ser que los Exergames llevan a un estilo de vida más activo, mejoran la condición cardiorrespiratoria, además de reducir la grasa corporal, y además establecen una necesidad de mayor investigación de este tipo de estrategias para combatir la obesidad infantil. Gao y Chen (2014) en su revisión sistemática ponen de manifiesto que se carece de una visión clara de los efectos de los Exergames en la obesidad infantil, debido a la controversia existente y las limitaciones de los estudios revisados, y piden más investigación al respecto. En la última revisión de Gao y Zeng (2016), tras analizar varios estudios apoyan el uso de los Exergames como ayuda para reducir la grasa corporal en niños con sobrepeso y obesidad pero de nuevo reclaman más investigación debido a la baja calidad de los estudios existentes. Por tanto, desde estas tres revisiones se confirma que efectivamente la investigación en intervenciones con Exergames es reciente y requiere mayor investigación y mejor diseño de los estudios. Además también manifiestan la controversia existente sobre su efectividad. Sin embargo, tienen una mirada optimista hacia los Exergames y ven en ellos una posible estrategia para la lucha contra la obesidad infantil.

Limitaciones y Fortalezas

Una de las limitaciones de este trabajo es la baja muestra de sujetos, especialmente del grupo control. La muestra total no era tan amplia como la utilizada en los estudios de Maddison et al. (2011) o Gao y Xiang (2014). Aunque estos estudios no utilizaban la tecnología DXA para la medición de la composición corporal como en este trabajo. Los estudios que emplearon esta técnica, como el de Staiano et al. (2017) y Staiano et al. (2018), sí tenían muestras más próximas ($n = 39$ y $n = 46$, respectivamente) pero el grupo control estaba mucho más equiparado en ambos. Por otro lado, una de las fortalezas de este trabajo reside precisamente en la técnica de medición utilizada, ya que el DXA es una de las tecnologías más precisas que existen para la medición de la composición corporal. Además este trabajo también ha incluido y combinado varios videojuegos activos, mientras que el resto de estudios basaban su intervención tan solo en uno de ellos. El protocolo también estaba perfectamente definido, acumulando tiempo de juego con videojuegos activos y ejercicio físico al igual que en los estudios de Calcaterra et al., (2013) y Gao y Xiang, (2014) . Las sesiones además fueron en todo momento supervisadas directamente por al menos un profesional graduado en Ciencias

de la Actividad Física y del Deporte, mientras que en otros estudios no fue así y cada sujeto realizó las sesiones en su hogar. (Maddison et al., 2011; Owens et al., 2011 y Staiano et al., 2018) . Futuras intervenciones con Exergames podrían utilizar marcadores óseos, como complemento a las mediciones obtenidas por el DXA, que podrán dar una visión diferente de lo que sucede tras la intervención, en la masa ósea de los participantes. También, aunque no es una limitación, un factor que quizá no se ha tenido en cuenta en ninguno de los estudios revisados ni tampoco en este trabajo, es la alimentación de los niños. Incluso podría ser interesante realizar una intervención combinada entre Exergames y una alimentación adecuada. Pero principalmente, los estudios futuros, deberían utilizar muestras mayores y equiparar grupo intervención y grupo control. Además de ampliar la duración de las intervenciones para poder detectar cambios en la masa ósea con la tecnología DXA.

5. CONCLUSIONES

La intervención de Exergames, con 3 sesiones semanales de 1 hora, durante 24 semanas tuvo resultados significativos en la composición corporal de niños con sobrepeso y obesidad. Concretamente, las variables relacionadas con la grasa corporal tuvieron una reducción muy esperanzadora además de significativa. En cuanto a la masa ósea y la masa libre de grasa, no se observaron grandes diferencias entre grupos y sus incrementos fueron probablemente debidos al propio crecimiento de los niños. No obstante, sería interesante realizar una intervención con las mismas características pero de mayor duración, y observar los resultados, especialmente en variables óseas. Los Exergames parecen ser una posible herramienta en la lucha contra el sobrepeso y la obesidad infantil, aunque todavía existe cierta controversia al respecto. Se requiere más investigación y mejor diseño de los estudios que incluyan este tipo de intervenciones.

6. **BIBLIOGRAFÍA**

- 1) Adamo, K. B., Rutherford, J. A., & Goldfield, G. S. (2010). Effects of interactive video game cycling on overweight and obese adolescent health. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 30(6), 805–815. <https://doi.org/10.1139/H10-078>
- 2) Aguilar-Cordero, M., Rodríguez-Blanque, R., León-Ríos, X., Expósito Ruiz, M., García García, I., & Sánchez-López, A. (2019). Influence of physical activity on blood pressure in children with overweight/obesity. A randomized clinical trial. *American Journal of Hypertension*, Nov 3.
- 3) Ahmad, S., Shanmugasagaram, S., Walker, K. L., & Prince, S. A. (2017). Examining sedentary time as a risk factor for cardiometabolic diseases and their markers in South Asian adults : a systematic review. *International Journal of Public Health*, 62(4), 503–515. <https://doi.org/10.1007/s00038-017-0947-8>
- 4) Barlow, S. E., & Expert Committee. (2007). Expert committee recommendations regarding the prevention, assessment, and treatment of child and adolescent overweight and obesity: summary report. *Pediatrics*, 120(4), 164–192. <https://doi.org/10.1542/peds.2007-2329C>
- 5) Calcaterra, V., Larizza, D., Codrons, E., De Silvestri, A., Brambilla, P., Abela, S., ... Vandoni, M. (2013). Improved metabolic and cardiorespiratory fitness during a recreational training program in obese children. *Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism*, 26(3–4), 271–276. <https://doi.org/10.1515/jpem-2012-0157>
- 6) Campbell, S. D. I., Brosnan, J. B., Chu, A. K. Y., Skeaff, C. M., Rehrer, N. J., Perry, T. L., & Peddie, M. C. (2018). Sedentary Behavior and Body Weight and Composition in Adults : A Systematic Review and Meta-analysis of Prospective Studies. *Sports Medicine*, 48(3), 585–595. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0828-6>
- 7) Costa, M., Vieira, L., Barbosa, E., Mendes, O. L., Maillot, P., Ottero Vaghetti, C., ... Monteiro-Junior, R. (2019). Virtual Reality-Based Exercise with Exergames as Medicine in Different Contexts: A Short Review. *Clinical Practice & Epidemiology in Mental Health*, 15, 15–20. <https://doi.org/10.2174/1745017901915010015>
- 8) Crabtree, N. J., Arabi, A., Bachrach, L. K., Fewtrell, M., El-Hajj Fuleihan, G., Kecs kemethy, H. H., ... Gordon, C. M. (2014). Dual-energy x-ray absorptiometry interpretation and reporting in children and adolescents: The revised 2013 ISCD


- pediatric official positions. *Journal of Clinical Densitometry*, 17(2), 225–242.
<https://doi.org/10.1016/j.jocd.2014.01.003>
- 9) Gabel, L., Macdonald, H. M., Nettlefold, L., & McKay, H. A. (2017). Physical Activity , Sedentary Time , and Bone Strength From Childhood to Early Adulthood : A Mixed Longitudinal HR-pQCT study. *Journal of Bone and Mineral Research*, 32(7), 1525–1536. <https://doi.org/10.1002/jbmr.3115>
 - 10) Gao, Z., & Chen, S. (2014). Are field-based exergames useful in preventing childhood obesity? A systematic review. *Obesity Reviews*, 15(8), 676–691.
<https://doi.org/10.1111/obr.12164>
 - 11) Gao, Z., & Xiang, P. (2014). Effects of Exergaming Based Exercise on Urban Children ’ s Physical Activity Participation and Body Composition. *Journal of Physical*, 11(5), 992–998.
 - 12) Gao, Z., & Zeng, N. (2016). Exergaming and obesity in youth: current perspectives. *International Journal of General Medicine*, Volume 9, 275–284.
<https://doi.org/10.2147/ijgm.s99025>
 - 13) Gianoudis, J., Bailey, C. A., & Daly, R. M. (2014). Associations between sedentary behaviour and body composition , muscle function and sarcopenia in community-dwelling older adults. *Osteoporosis International*, 26(2), 571–579.
<https://doi.org/10.1007/s00198-014-2895-y>
 - 14) Gil, J., & Takourabt, S. (2016). Socio-economics, food habits and prevalence of childhood obesity in Spain. *Child: Care, Health and Development*, 43(2), 250–258.
<https://doi.org/10.1111/cch.12408>
 - 15) Goran, M., & Reynolds, K. (2005). Interactive Multimedia for Promoting Physical Activity (IMPACT) in Children. *Obesity Research*, 13(4), 762–771.
 - 16) Güngör, N. K. (2014). Overweight and Obesity in Children and Adolescents. *Journal Of Clinical Research In Pediatric Endocrinology*, 6(3), 129–143.
 - 17) Hruby, A., & Hu, F. B. (2014). The Epidemiology of Obesity: A Big Picture. *Pharmacoeconomics*, 33(7), 673–689. <https://doi.org/10.1007/s40273-014-0243-x>
 - 18) Katzmarzyk, P. T., Barreira, T. V, Harrington, D. M., Staiano, A. E., Heyms, S. B., & Gimble, J. M. (2012). Relationship between abdominal fat and bone mineral density in white and African American adults. *Bone*, 50(2), 576–579.
<https://doi.org/10.1016/j.bone.2011.04.012>
 - 19) Kumar, S., & Kelly, A. S. (2016). Review of Childhood Obesity: From. *Mayo Clinic Proceedings*, 92(2), 251–265. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2016.09.017>


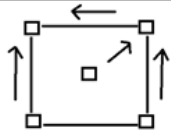
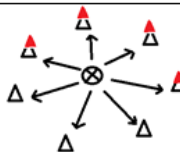
- 20) Lamboglia, C., da Silva, V., de Vasconcelos Filho, J., Pinheiro, M., Munguba, M., Silva Júnior, F., ... da Silva, C. (2013). Exergaming as a Strategic Tool in the Fight against Childhood Obesity: A Systematic Review. *Journal of Obesity*, 438364(8). <https://doi.org/10.1155/2013/438364>
- 21) Maddison, R., Foley, L., Mhurchu, C. N., Jiang, Y., Jull, A., Prapavessis, H., ... Rodgers, A. (2011). Effects of active video games on body composition: a randomized controlled trial. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 94(1), 156–163. <https://doi.org/10.3945/ajcn.110.009142>.INTRODUCTION
- 22) Organización Mundial de la Salud. (2009). *Global health risks - Mortality and burden of disease attributable to selected major risks*.
- 23) Owens, S., Garner, J., Loftin, M., Van Blerk, N., & Ermin, K. (2011). Changes in physical activity and fitness after 3 months of home Wii Fit™ use. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(11), 3191–3197.
- 24) Polechonski, J., Debska, M., & Debski, P. G. (2019). Exergaming Can Be a Health-Related Aerobic Physical Activity. *BioMed Research International*, Junio.
- 25) Skinner, A. C., Ravanbakht, S. N., Skelton, J. A., Perrin, E. M., & Armstrong, S. C. (2018). Prevalence of Obesity and Severe Obesity in US Children , 1999 – 2016. *Pediatrics*, 141(3), 1–9.
- 26) Staiano, A. E., Beyl, R. A., Guan, W., Hendrick, C. A., Hsia, D. S., & Newton, R. L. (2018). Home-based exergaming among children with overweight and obesity: a randomized clinical trial. *Pediatric Obesity*, 13(11), 724–733. <https://doi.org/10.1111/ijpo.12438>
- 27) Staiano, A. E., Marker, A. M., Beyl, R. A., Hsia, D. S., Katzmarzyk, P. T., & Newton, R. L. (2017). A randomized controlled trial of dance exergaming for exercise training in overweight and obese adolescent girls. *Pediatric Obesity*, 12(2), 120–128. <https://doi.org/10.1111/ijpo.12117>
- 28) Wagener, T., Fedele, D., Mignogna, M., Hester, C., & Gillasp, S. (2012). Psychological effects of dance-based group exergaming in obese adolescents. *Pediatric Obesity*, 7(5), 68–74. <https://doi.org/10.1111/j.2047-6310.2012.00065.x>

7. ANEXOS

Ejemplos de Sesión de Exergames

Estación	Juego/actividad	Duración / Repet.	Comentarios
<i>Calentamiento:</i>	Movilidad articular y juego de rodear el cuadrado: están todos sentados en fila y cada uno con un número del uno al cuatro: si se dice su número tiene que rodear el cuadrado y volver a su sitio	5'	
<i>Xbox:</i>	Salto vallas: skipping subiendo rodillas y salto	5'	
<i>Esterilla:</i>	Mario y Sonic en los JOO: sprint 100 m	5'	
<i>Bkool:</i>	Ruta por minuto: 10 ultimos segundos a sprint	5'	
<i>Wii:</i>	Boxeo moviendo pies todo el rato	5'	
<i>Juego 1:</i>	Lucha por parejas: tocarse espalda, rodilla y pie	5'	
<i>Juego 2:</i>	Calentar con 10 sentadillas cogiéndose de la mano y otras 10 espalda con espalda Pulsos: pie con pie y tirando (por ambos lados) y empujando mano con mano	5'	
<i>Juego 3:</i>	Juego de pistas: encontrar máximo número de pistas en 5 minutos	6'	
<i>Estiramiento</i>	Estiramientos de pie y respiraciones disociadas (abdominal, torácica y costal)	5'	

Estación	Juego/actividad	Duración / Repet.	Comentarios
<i>Calentamiento:</i>	Movilidad articular+ fila bien separados y tienen que recorrer el recreo haciendo zigzag entre los compañeros <ul style="list-style-type: none"> - Andando lento y el que hace zigzag corre - Desde estáticos el que va adelante va en pata coja (que en estas variantes se separen bien) - El que va adelante le choca a cada uno de sus compañeros saltando arriba 5 veces - El que va a adelantar te choca entre un compañero y otro después de un desplazamiento lateral 	5'	
<i>Xbox:</i>	Kinect sport: atletismo minijuegos: salto vallas	5'	
<i>Bkool:</i>	Ruta: Chicago Lakefront Trail - North to South - Full 45 SEGUNDOS NORMAL Y 15 SPRINT	5'	
<i>Xbox:</i>	MSJOO: hípica a trote (como cabalgando)	5'	
<i>Wii:</i>	Just Dance	5'	
<i>Juego 1:</i>	Por parejas: diez pases con el balón medicinal y un sprint a todo el campo para al final montar una torre de vasos de plástico (cada sprint solo te permite colocar un vaso)	5'	
<i>Juego 2:</i>	Cada vaso tiene escrita en la base una letra, teniendo dos vasos la letra "a", dos vasos la letra "b".... Se colocan con las letras a la vista en filas y columnas con ambas letras separadas y se deja que los niños vean las letras y las memoricen. Los niños se irán 100 metros más atrás y los vasos se dan la vuelta para que los niños no vean la letra y deben intentar destapar dos letras iguales.	5'	
<i>Estiramiento</i>	En las vallas de fuera: flexión de tronco, estiramiento de glúteo apoyados en pared, estiramiento de pectoral en pared, estiramiento de gemelo en	5'	

Estación	Juego/actividad	Duración / Repet.	Comentarios
<i>Calentamiento:</i>	Movilidad articular+ desplazamientos siguiendo al primero de la fila (ejemplo: lunges, desplazamientos como monos, desplazamientos como cangrejos, saltos...)	5'	
<i>Xbox:</i>	Sport Kinect: minijuegos cuerpobol (el que no lo hace saltos: IMAGEN)	5'	
<i>Bkool:</i>	Ruta: Boston → HIIT: 45 segundos normal y los 15 últimos segundos de cada minuto a sprint	6'	
<i>Wii:</i>	MSJJOO: salto longitud: Para jugar deben hacer un skipping a la vez que agitan el mando, y para saltar presionan el botón "B"	5'	
<i>Juego 1:</i>	Las cuatro esquinas: el del centro la paga y el resto están en las esquinas de fuera. A la de "ya", todos deben cambiar de esquina, y el que se queda sin esquina va al centro	5'	
<i>Juego 2:</i>	"Pon los gorros": Un niño está en el centro rodeado por conos y debe ponerles encima el gorro, pasando por cada uno de los conos en el menor tiempo posible	5'	
<i>Juego 3:</i>	Vuelta a la calma: Juego del globo: todos en círculo y uno en el centro que golpea hacia arriba el globo diciendo el nombre del compañero que debe salir el siguiente para golpear de nuevo el globo, intentando que el globo no caiga al suelo	5'	
<i>Estiramiento</i>	Respiraciones y estiramiento en el suelo: estirar isquiosurales, zona lumbar, dorsales, cuádriceps	5'	

Figuras de las principales variables significativas

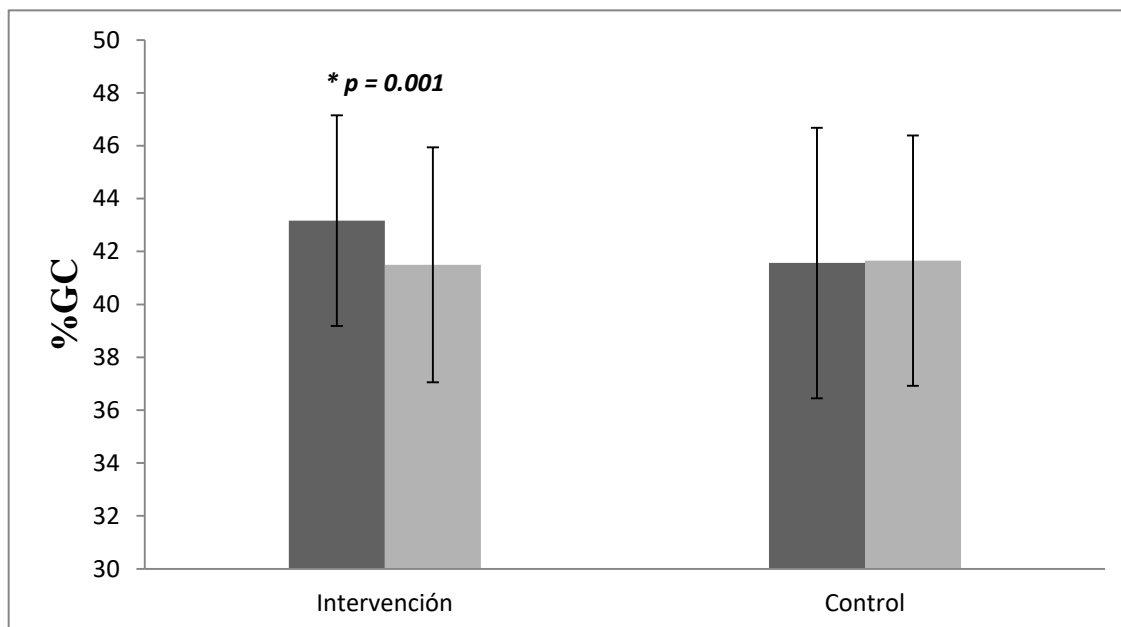


Figura 1 Cambios en el % de Grasa Corporal tras 24semanas de intervención con Exergames.

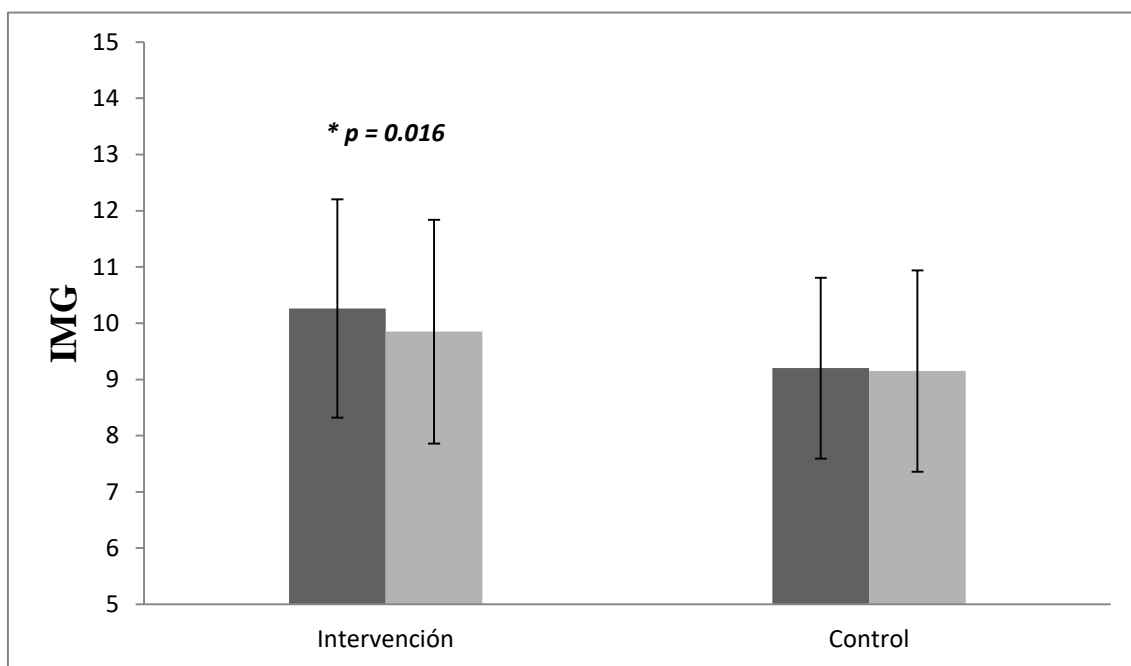


Figura 2 Cambios en el Índice de Masa Grasa tras 24 semanas de intervención con Exergames.

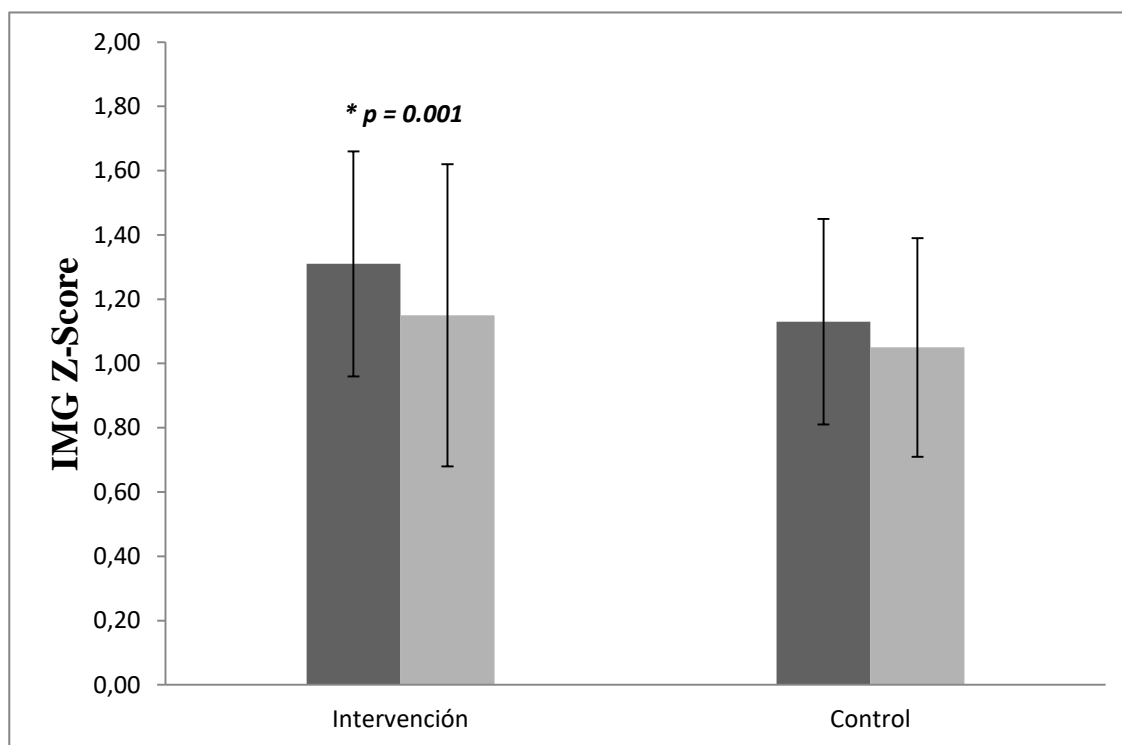


Figura 3 Cambios en el Z-Score del Índice de Masa Grasa tras 24 semanas de intervención con Exergames.

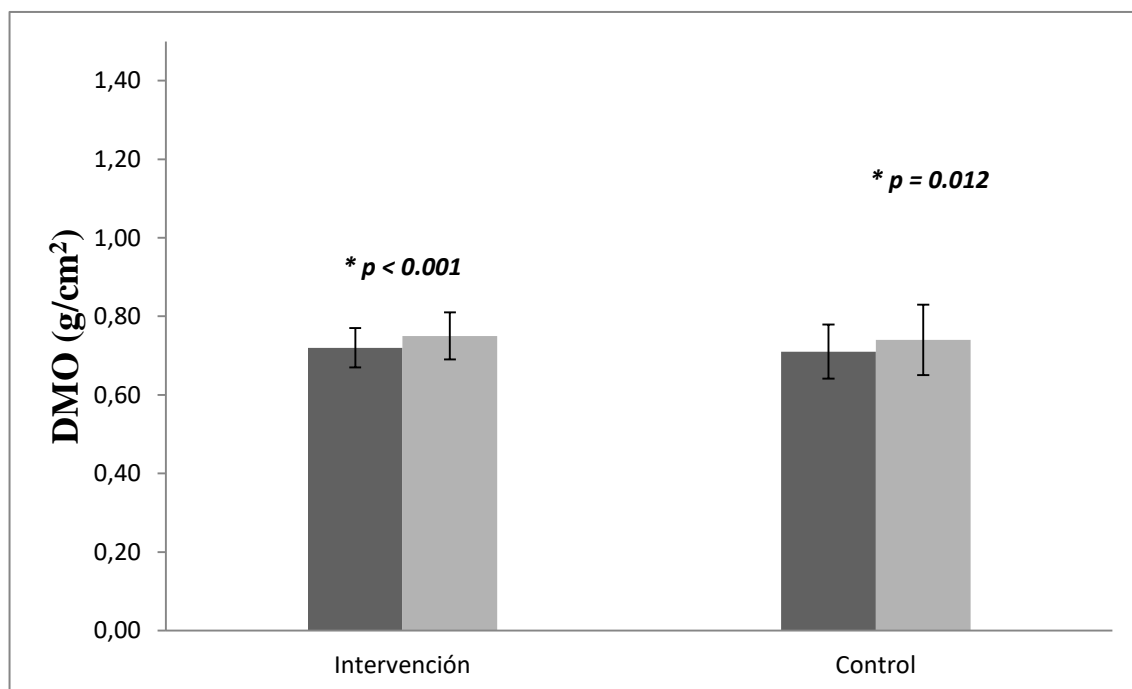


Figura 4 Cambios en la Densidad Mineral Ósea tras 24 semanas de intervención con Exergames.

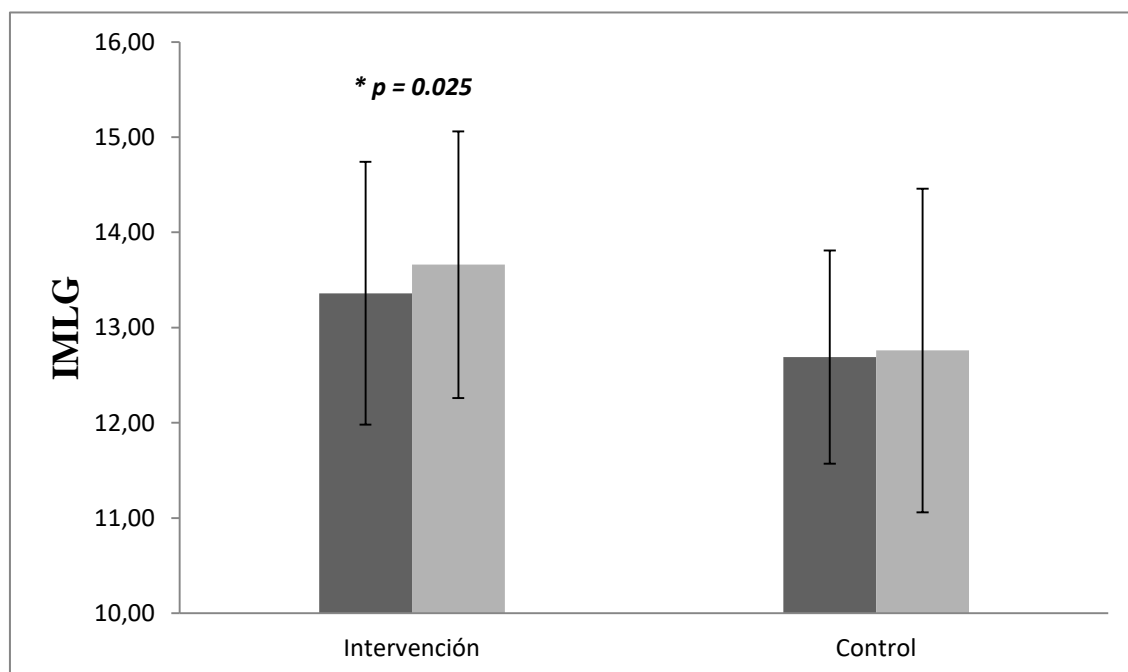


Figura 5 Cambios en el Índice de Masa Libre de Grasa tras 24 semanas de intervención con Exergames.

HOJA DE INFORMACIÓN PARA PADRES/MADRES/TUTORES: ***“Videojuegos activos frente a la obesidad y el sedentarismo en niños y niñas de 9 a 11 años: una propuesta disruptiva.”***

Por la presente, se le **invita** a usted y a su hijo/a a participar en este estudio. Se trata de un **estudio de investigación**, lo que supone que se va a llevar a cabo por primera vez un tipo de intervención que puede tener beneficios para el tratamiento de algunos factores de riesgo de síndrome metabólico.

Información de utilidad:

1. Objetivos del estudio

- a. Evaluar la efectividad de un programa de videojuegos activos sobre los **factores de riesgo cardiometabólico**, en niños y niñas con sobrepeso/obesidad.
- b. Estudiar la **adherencia a la practica de actividad física** y los cambios en parámetros de hábitos saludables.

2. Beneficios derivados del estudio

Si usted decide que su hijo/a participe en este estudio, recibirá completa información sobre su composición corporal (porcentaje de grasa corporal), y también se le entregará un informe con las determinaciones sanguíneas (perfil lipídico entre otras). Además, su hijo/a recibirá una intervención de 9 meses de duración con videojuegos activos (explicada en detalle en la siguiente página).

3. Posibles acontecimientos adversos

No se prevé ningún acontecimiento adverso, más allá de los propios de la actividad física. De manera **poco probable**, durante la realización de las pruebas y los entrenamientos, podría ocurrir dolor muscular (tipo agujetas), caídas, contusiones o procesos más graves como desmayos.

4. Voluntariedad

El participante lo hace de forma voluntaria, pudiéndose retirar del estudio en cualquier momento, habiendo sido informado explícitamente de la finalidad del mismo. Esto no conllevará ningún tipo de discriminación ni consecuencias.

5. Anonimato

Los datos obtenidos en el estudio pertenecen tan solo a la persona voluntaria y al entorno investigador, manteniéndose siempre la más estricta confidencialidad. El participante decidirá si quiere conocer o no los datos de la investigación y será informado, si así lo desea, de los resultados durante el proceso. Al finalizar el estudio, usted obtendrá un informe detallado de los principales resultados obtenidos.

6. Hallazgos inesperados

En el caso de encontrar algún hallazgo inesperado durante la realización de las pruebas, o en los análisis posteriores se procederá a contactar con el padre, madre o tutor directamente e informarle de lo encontrado, para que contacte con su médico pediatra correspondiente.

7. Mediciones

Las siguientes **mediciones** se realizarán en cuatro ocasiones a todos los participantes, durante desarrollo del proyecto; concretamente en septiembre/octubre 2018; mayo/junio 2019; septiembre/octubre 2019 y mayo/junio 2020.

En el laboratorio del grupo GENUD de la Universidad de Zaragoza:

1. Peso, altura y perímetro de cintura, y valoración de la composición corporal: (masa grasa, magra y ósea) mediante absorciometría fotónica dual de rayos X (DXA). La cantidad de radiación que recibirá durante esa evaluación de rayos X es mínima, y sería comparable con la recibida por un viaje en avión de unas 3 horas.
2. Maduración sexual: Un médico experimentado valorará el estadio Tanner de cada participante.
3. Prueba de esfuerzo: Se evaluará la resistencia cardiorrespiratoria mediante un test progresivo continuo hasta el agotamiento que consistirá en correr sobre una cinta rodante. La prueba se controlará en todo momento electrocardiográficamente y con análisis de gases.
4. Fuerza muscular isométrica: se utilizarán una galga extensiométrica y un dinamómetro manual para calcular la fuerza del cuádriceps y presión manual respectivamente del participante (dos repeticiones). Este test pretende medir la fuerza de la pierna y la mano.
5. Salto sobre plataforma de fuerzas: el participante tendrá que realizar varios saltos verticales sobre una plataforma en el suelo. Este test pretende medir la fuerza del tren inferior.
6. Se evaluará la presión arterial con un tensiómetro.
7. Se evaluarán los niveles de actividad física mediante el uso de acelerómetros, prestados durante una semana.
8. Se evaluará la dieta mediante cuestionarios de recuerdo 24h en los que se debe recordar todo lo que se ha comido el día anterior.

En su Centro de Salud habitual:

9. Se tomarán muestras sanguíneas (3 tubos de 5mL) en ayunas para evaluar el perfil lipídico, férrico, y otros parámetros relacionados con la obesidad.

Aleatorización

Después de la primera evaluación los participantes se dividirán en 2 grupos aleatorios: Ejercicio y Control. Ambos grupos tendrán la oportunidad de acudir a varias sesiones de educación en estilos de vida saludable. Además, el grupo ejercicio realizará el programa de intervención. Al cabo del primer año, los grupos se permutarán y el grupo Control pasará a realizar la intervención.

Programa de Intervención

La idea de esta intervención es que niños/as que no son muy propensos/as a la practica deportiva, realicen actividad física de manera entretenida con el objetivo de aumentar su gasto calórico e incrementar su interés por la practica de actividad física. La actividad tendrá lugar en dos ubicaciones diferentes en Zaragoza (por determinar) con una duración total de 9 meses, y una frecuencia de 3 sesiones por semana (alrededor de 45-60 minutos por sesión), en diferentes horarios. Los niños/as jugarán con videojuegos activos (tipo Wii U o ciclismo virtual) y tendrán entrenadores con ellos indicando que corresponde hacer cada día, y controlando la correcta ejecución de cada sesión. La intensidad será controlada de manera individualizada.

Para más información acerca de las pruebas pueden contactar directamente con los investigadores principales:

Dr. José Antonio Casajús y Alejandro González de Agüero

Profesores de la Universidad de Zaragoza

E-mail: joseant@unizar.es y alexgonz@unizar.es

HOJA DE CONSENTIMIENTO PARA PADRES/MADRES/TUTORES:

“Videojuegos activos frente a la obesidad y el sedentarismo en niños y niñas de 9 a 11 años: una propuesta disruptiva.”

D./Dña.

con DNI..... teléfono de contacto

..... como madre/padre/tutor (*tachar lo que no proceda*) de

..... con fecha de nacimiento

...../...../..... declaro que:

☐ He leído y comprendo la información que se me ha entregado.

☐ Comprendo que la participación es voluntaria.

☐ Comprendo que mi hijo/a se puede retirar del estudio:

1. Cuando quiera.

2. Sin tener que dar explicaciones.

3. Sin que esto repercuta en los cuidados médicos caso de enfermedad o lesión derivadas del estudio.

☐ Deseo ser informado de datos de los resultados obtenidos y otros de carácter personal que se obtengan en el curso de la investigación, incluidos los descubrimientos inesperados que se puedan producir, siempre que esta información sea necesaria para evitar un grave perjuicio para mi salud o la de mis familiares biológicos.

Se me ha informado que todos los datos obtenidos en este estudio serán confidenciales y se tratarán conforme establece la Ley Orgánica de Protección de Datos de carácter personal 15/99. Todas las muestras serán anonimizadas con un código numérico. Se me ha informado de que la donación/información recibida solo se utilizara para los fines específicos del estudio.

Y por tanto, presto libremente mi **conformidad** para que mi hijo/a pueda participar en el estudio.

Firma del padre/madre o tutor/tutora Fecha y lugar
(*tachar lo que no proceda*)

El investigador principal, en nombre de todo el equipo investigador, agradece enormemente su desinteresada participación en este estudio, y espera que su intervención termine de manera satisfactoria para usted y su hijo/a.

Reciba un cordial saludo,

José Antonio Casajús Mallén

